

PERENCANAAN BANGUNAN BETON BERTULANG DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS DI KOTA MANADO

Ricky Januar Honarto

Banu Dwi Handono, Ronny Pandaleke

Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Email : Rickyhonarto13@yahoo.com

ABSTRAK

Perencanaan gedung bertingkat di daerah rawan gempa harus menggunakan salah satu dari beberapa sistem portal, yaitu dinding geser, bracing dan sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK). Perencanaan ini menggunakan SRPMK dimana struktur dirancang sedemikian rupa sehingga kerusakan struktur akibat gempa terjadi di daerah yang sudah disiapkan untuk bisa rusak tanpa merusak keseluruhan gedung.

Perencanaan dilakukan di kota Manado, dimana nilai S_{DS} dan S_{D1} adalah 0,75 dan 0,459 sehingga kategori desain seismik masuk ke kategori D. Data tanah yang didapat dari pengujian di lapangan menunjukkan nilai SPT rata-rata adalah 40, sehingga tanah di lokasi konstruksi dikategorikan sebagai tanah sedang. Struktur gedung terdiri dari 5 lantai, dan berfungsi sebagai fasilitas pendidikan. Adapun beban-beban yang bekerja adalah beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Beban mati dan beban hidup mengacu pada SNI 1727-2013 tentang beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain. Beban gempa menggunakan respons spektrum dengan mengacu pada SNI 1726-2012 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non-gedung. Analisis struktur dan pemodelan menggunakan bantuan program ETABS 2016.

Hasil analisis dan desain menunjukkan dimensi-dimensi kolom, balok, plat, dan pilecap telah memenuhi kriteria penampang untuk SRPMK, dimana syarat strong column weak beam telah terpenuhi. Simpangan yang terjadi lebih kecil dari simpangan maksimum yang diijinkan, dimana simpangan terbesar berada di lantai 5 dengan nilai Δ (60,2860mm) lebih kecil dari Δ_a (90mm). Rasio penulangan kolom, balok dan plat telah memenuhi persyaratan penulangan dimana ρ kolom didapat sebesar 1,68% s/d 2,43%, ρ balok didapat sebesar 1,4% s/d 6%, ρ slab didapat sebesar 3,8%, dan ρ pilecap sebesar 2% s/d 5%.

Kata kunci : Respons Spektrum, SRPMK, Gempa, Beton Bertulang

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Dengan semakin berkembangnya jaman, ditambah dengan pertumbuhan penduduk, dibutuhkan pembangunan sarana dan prasarana untuk menunjang kehidupan. Akan tetapi pembangunan sarana dan pra-sarana seringkali terkendala dengan minimnya lahan yang tersedia. Untuk menjawab tantangan tersebut, maka Gedung Bertingkat merupakan jawaban untuk meluaskan pembangunan. Akan tetapi, letak geografis Indonesia yang merupakan pertemuan perbatasan tiga lempeng tektonik, yaitu lempeng Pasifik, lempeng Eurasia, dan lempeng Australia mengakibatkan Indonesia menjadi daerah yang rawan gempa bumi (Suharjanto, 2013).

Dalam perencanaan bangunan, terutama di daerah rawan gempa, diperlukan perencanaan yang matang dan seksama agar apabila terjadi

gempa, struktur bangunan tidak rusak dan tidak runtuh. Bangunan harus aman terhadap beban gempa dan beban lainnya selama masa penggunaan gedung tersebut. Analisa struktur merupakan faktor yang penting, mengingat dari analisa struktur tersebut kita akan mendapatkan gaya-gaya dalam berupa momen lentur, gaya geser, dan gaya aksial, yang selanjutnya akan digunakan untuk menentukan dimensi dari elemen-elemen struktur, yang diharapkan mampu menahan semua beban yang direncanakan, termasuk beban gempa yang sewaktu-waktu bisa diterimanya.

Berdasarkan hal tersebut, penulis tertarik untuk merencanakan dimensi penampang beserta tulangan struktur beton bertulang yang aman dan ekonomis. Dalam penelitian ini, struktur yang direncanakan adalah bangunan baru Fakultas Teknik Sipil yang sementara dalam proses pembangunan. Dengan mengambil data respon

spectral percepatan desain periode pendek (S_{DS}) dan parameter respons spectral percepatan desain periode 1 detik (S_{D1}), maka didapat untuk daerah pembangunan nilai S_{DS} nya adalah 0.75 (Tanah sedang) dan nilai S_{D1} nya adalah 0.459 (Tanah sedang). Berdasarkan data tersebut, maka lokasi pembangunan termasuk pada kategori risiko D, sehingga dalam analisa strukturnya dapat menggunakan metode SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus), dimana SRPMK wajib digunakan untuk mendesain bangunan yang berada pada daerah ketegori resiko D, E, dan F, sebagaimana diatur dalam SNI 1726-2012.

Rumusan Masalah

Dalam perencanaan gedung bertingkat di daerah rawan gempa, metode SRPMK sangat vital, dimana struktur SRPMK diharapkan memiliki tingkat daktilitas yang tinggi, yaitu mampu menerima siklus respon inelastis pada saat menerima beban gempa rencana. Prinsip pada SRPMK adalah Strong-Column/Weak-Beam yang bekerja menyebar di sebagian besar lantai. Jika struktur memiliki kolom yang lemah, simpangan antar lantai akan cenderung terpusat pada satu lantai. Sebaliknya jika kolom sangat kuat, maka drift akan tersebar merata dan keruntuhan lokal di satu lantai dapat diminimalkan. Untuk bangunan bertingkat, dapat menggunakan 2 metode yakni Modal Response Spectrum (MRS) dan Seismic Response History (SRH) yang dapat digunakan untuk mengevaluasi kekuatan dari struktur dalam menahan gaya gempa. Untuk itu diperlukan analisis dengan menggunakan software ETABS. Dari rumusan masalah diatas maka penulis akan mengajukan penelitian dengan judul :
“Perencanaan Bangunan Beton Bertulang dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus di Kota Manado”

Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat terarah dan terencana, maka penulis membuat batasan masalah sebagai berikut :

1. Struktur bangunan yang ditinjau adalah bangunan yang terdiri dari 5 lantai dengan konstruksi beton bertulang.
2. Perencanaan meliputi elemen struktur balok, kolom, pelat lantai, dan pondasi beton bertulang serta hubungan balok-kolom di 1 titik saja.
3. Tidak merencanakan struktur baja pada bangunan.

4. Analisa perhitungan akibat gaya gempa menggunakan metode analisis response spektrum berdasarkan SNI 1726-2012 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-Gedung.
5. Sistem Struktur yang direncanakan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)
6. Perletakan dianggap terjepit sempurna.
7. Penelitian ini tidak meninjau metode pelaksanaan, arsitektural dan manajemen konstruksi.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah merencanakan komponen struktur beton bertulang yang mampu menahan beban gempa ekstrim, serta dimensi penampang dan tulangan perlu struktur yang memenuhi kriteria desain dari bangunan beton bertulang dengan sistem rangka pemikul momen khusus

Manfaat Penelitian

1. Menjadi referensi dalam perencanaan struktur bangunan tahan gempa menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)
2. Menjadi referensi dalam evaluasi struktur bangunan eksisting terhadap pengaruh gempa
3. Mengembangkan pengetahuan dalam penggunaan software ETABS, khususnya dalam perencanaan struktur portal tiga dimensi.

LANDASAN TEORI

Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus

Sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK) adalah desain struktur beton bertulang yang memiliki tingkat daktilitas yang tinggi. Dalam SRPMK, berdasarkan SNI 1726-2012 dan ASCE-7, faktor reduksi gaya gempa diambil sebesar 8. Hal ini disebabkan struktur SRPMK didesain memiliki sifat fleksibel dengan daktilitas yang tinggi sehingga bisa direncanakan dengan gaya gempa rencana yang minimum. SRPMK wajib digunakan untuk wilayah yang memiliki resiko gempa tinggi (Kategori desain seismik D, E, dan F dalam SNI 1726-2012).

1. Struktur SRPMK diharapkan mampu menahan siklus repon inelastis pada saat menerima beban gempa rencana. Pendetailan dalam SRPMK adalah untuk memastikan respons inelastik dari struktur, dengan mengacu pada

prinsip : Strong-Column/Weak-Beam yang bekerja menyebar di sebagian besar lantai dan tidak terjadinya kegagalan geser pada balok, kolom dan joint.

2. Prinsip Strong Column/Weak-Beam adalah ketika terjadi gempa, distribusi simpangan antar lantai terjadi di sebagian besar lantai sehingga keruntuhan lokal di satu lantai dapat diminimalkan.

Persyaratan Umum Balok SRPMK

Kaidah standar perencanaan elemen struktur lentur sistem struktur SRPMK mengacu pada SNI Beton 2847-2013 pasal 21.5.1 yaitu:

1. Gaya tekan aksial terfaktor, P_u , tidak lebih dari $A_g f_c' / 10$.
2. Panjang bentang bersih untuk komponen struktur, l_n , harus lebih besar daripada 4 kali tinggi efektif.
3. Perbandingan lebar terhadap tinggi tidak boleh kurang dari 0.3.
4. Lebar komponen, b_w , tidak boleh kurang dari yang lebih kecil dari $0.3h$ dan 250 mm.
5. Lebar komponen struktur, b_w , tidak boleh melebihi lebar komponen struktur pendukung (diukur pada bidang tegak lurus terhadap sumbu longitudinal komponen struktur lentur) ditambah jarak $\frac{3}{4}$ tinggi komponen struktur lentur.

Persyaratan Penulangan Balok Pemikul Lentur SRPMK

Sesuai dengan SNI 2847-2013 pasal 21.5.2, maka diberikan beberapa ketentuan untuk tulangan lentur pada suatu Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) sebagai berikut:

1. Luas tulangan atas dan bawah harus lebih besar dari luas tulangan minimum yang disyaratkan yaitu $(0,25b_w d \sqrt{f_c'}) / f_y$ atau $(1,4b_w d) / f_y$. Rasio tulangan lentur maksimum ($\rho_{maksimum}$) juga dibatasi sebesar 0,025. Selain itu, pada penampang harus terpasang secara menerus minimum dua batang tulangan atas dan dua buah tulangan bawah.
2. Kuat lentur positif balok pada muka kolom harus lebih besar atau sama dengan setengah kuat lentur negatifnya. Kuat lentur negatif dan positif pada setiap penampang disepanjang bentang tidak boleh kurang dari seperempat kuat lentur terbesar pada bentang tersebut.
3. Sambungan lewatan pada tulangan lentur hanya diizinkan jika ada tulangan spiral atau sengkang tertutup yang mengikat bagian

sambungan lewatan tersebut. Spasi sengkang yang mengikat daerah sambungan lewatan tersebut tidak melebihi $d/4$ atau 100 mm.

Persyaratan Penulangan Balok Pemikul Geser SRPMK

Dalam perencanaan tulangan transversal Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) harus memenuhi beberapa persyaratan yang diatur dalam SNI 2847-2013 Pasal 21.5.3 sebagai berikut:

1. Sengkang tertutup harus disediakan pada daerah hingga dua kali tinggi balok diukur dari tumpuan pada kedua ujung komponen struktur lentur. Selain itu, sengkang tertutup juga harus dipasang disepanjang daerah dua kali tinggi balok pada kedua sisi dari suatu penampang, pada tempat yang diharapkan dapat terjadi leleh lentur.
2. Sengkang tertutup pertama harus dipasang tidak lebih dari 50 mm dari muka tumpuan. Jarak antar sengkang tertutup tidak boleh melebihi dari nilai terkecil antara:
 - $\frac{d}{4}$
 - $6d_b$
 - 150 mm
3. Tulangan transversal untuk SRPMK harus didesain untuk memikul gaya geser rencana yang timbul oleh kuat lentur maksimum, M_{pr} , dengan tanda berlawanan dianggap bekerja pada muka-muka tumpuan. Pada saat yang bersamaan komponen struktur tersebut dianggap dapat memikul beban gravitasi terfaktor disepanjang bentangnya.

Persyaratan Umum Kolom SRPMK

Komponen struktur yang menerima kombinasi lentur dan beban aksial beton bertulang sesuai SNI 2847-2013 Pasal 21.6 pada Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) adalah sebagai berikut:

1. Persyaratan dari sub pasal ini berlaku untuk komponen struktur rangka momen khusus yang membentuk bagian sistem penahan gaya gempa dan yang menahan gaya aksial terfaktor, P_u , akibat sebarang kombinasi beban yang melebihi $A_g f_c' / 10$.
2. Dimensi penampang terpendek, diukur pada garis lurus yang melalui pusat geometri, tidak boleh kurang dari 300 mm.
3. Rasio dimensi penampang terpendek terhadap dimensi tegak lurus tidak boleh kurang dari 0.4.

Persyaratan Penulangan Kolom Pemikul Lentur SRPMK

Adapun persyaratan tulangan lentur kolom untuk SRPMK menurut SNI 2847:2013 Pasal 21.6.3 adalah sebagai berikut:

1. $\Sigma M_{nc} \geq 1,2 \Sigma M_{nb}$
 ΣM_{nc} = Jumlah kuat lentur nominal kolom yang merangka ke dalam joint. Kuat lentur kolom dihitung untuk gaya aksial terfaktor, dengan arah gaya-gaya lateral yang ditinjau. ΣM_{nb} = Jumlah kekuatan nominal balok yang merangka ke dalam joint.
2. Luas tulangan memanjang, A_{st} , tidak boleh kurang dari $0.01A_g$ atau lebih dari $0.06A_g$.
3. Pada kolom dengan sengkang bulat, jumlah tulangan longitudinal minimum harus 6.
4. Sambungan lewatan hanya boleh dipasang ditengah tinggi kolom dan harus diikat dengan tulangan *confinement* dengan spasi tulangan yang ditetapkan pada Pasal 21.6.4.3.

Persyaratan Penulangan Kolom Pemikul Geser SRPMK

Tulangan transversal yang disyaratkan dalam SNI 2847:2013 Pasal 21.6.4.2 sampai 21.6.4.4 harus dipasang sepanjang panjang l_o dari setiap muka joint dan pada kedua sisi sebarang penampang tidak boleh kurang dari:

1. Tinggi penampang komponen struktur pada muka hubungan balok– kolom.
2. 1/6 dari bentang bersih komponen struktur.
3. 450 mm.
4. Spasi tulangan transversal sepanjang l_o komponen struktur tidak lebih melebihi yang terkecil dari :
 - Seperempat dimensi komponen struktur minimum
 - Enam kali diameter batang tulangan longitudinal yang terkecil, dan
 - $s_o = 100 + \frac{350+hx}{3}$
5. Diluar daerah sepanjang l_o dari hubungan balok kolom jarak sengkang tertutup diambil tidak melebihi nilai terkecil antara 6 kali diameter tulangan longitudinal atau 150 mm.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan cara analitis untuk mendapatkan dimensi penampang ekonomis. Untuk itu penelitian dibagi menjadi beberapa tahapan :

1. Pengumpulan dan pengolahan data berupa :
 - a. Dimensi bangunan dan lokasi

- b. Bahan yang digunakan
- c. Data-data pembebanan

2. Pradesain struktur
3. Pemodelan struktur
4. Analisis struktur
5. Desain tulangan dan analisa penampang
6. Kontrol terhadap simpangan
7. Desain pondasi dan gambar

Data bangunan :

1. Tipe bangunan : Gedung dekanat
2. Tinggi bangunan : 22,5 m
3. Luas bangunan : 3060 m²
4. Jumlah lantai : 5 lantai

Data pembebanan :

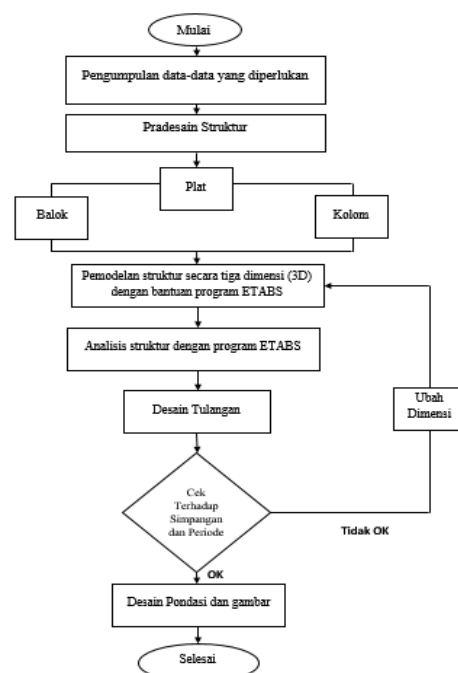
- Beban mati :
 Beton bertulang : 2400 kg/m³
 Dinding ½ bata : 250 kg/m²
 Beban mati tambahan : 120 kg/m²
- Beban hidup :
 Kantor : 2.4 kN/m²
 Koridor : 3.83 kN/m²
 Tangga : 1,775 kN/m²
 Wc : 1,92 kN/m²
 Perpustakaan : 2,87 kN/m²
 Tribun : 4,79 kN/m²

Beban gempa :

S_s : 1,036

S_1 : 0,442

Kategori desain D



Gambar 1: Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kontrol Perioda Fundamental Struktur (T)

Perioda Fundamentar Struktur (T) tidak boleh melebihi hasil koefisien untuk batasan atas pada perioda yang dihitung (Cu) dari tabel 14 SNI 1726-2012, dan perioda fundamental pendekatan (Ta) yang ditentukan sesuai dengan SNI 1726-2012 pasal 7.8.2.1.

Batas Bawah :

$$\begin{aligned} T_a (\text{min}) &= 0.0466 \times (\text{Tinggi Gedung})^{0.9} \\ &= 0.0466 \times (22.45)^{0.9} \\ &= 0.766444 \text{ detik} \end{aligned}$$

Batas Atas :

$$\begin{aligned} T_a (\text{max}) &= C_u \cdot T_a (\text{min}) \\ &= 1.4 \times 0.766444 \\ &= 1.0730 \end{aligned}$$

T berdasarkan analisis struktur, $T_c = 0.754$ detik.

T berada dibawah $T_a (\text{min})$, jadi digunakan T_a

(min) = 0.766444 detik.

Kontrol Partisi Massa

Berdasarkan SNI 1726-2012 pasal 7.9.1, perhitungan respon dinamis struktur harus menghasilkan partisi massa lebih besar dari 90% total massa struktur.

Hasil partisi massa dari analisis Etabs adalah sebagai berikut.

Tabel 1 : Partisipasi Massa Struktur

Case	Mode	Period	Sum UX	Sum UY
Modal	1	0.763	59.64%	13%
Modal	2	0.681	76.99%	77.93%
Modal	3	0.579	82.43%	83.75%
Modal	4	0.239	89.45%	86.07%
Modal	5	0.224	92.38%	93.03%
Modal	6	0.194	92.8%	93.83%
Modal	7	0.137	94.2%	94.71%
Modal	8	0.133	95.21%	96.19%
Modal	9	0.117	95.3%	96.41%
Modal	10	0.109	95.48%	97.47%

Kontrol Base Shear

Berdasarkan SNI-1726-2012 pasal 7.9.4, kombinasi respons untuk geser dasar ragam (Vt) harus lebih besar dari 85% geser dasar (V). Hasil analisis geser dasar adalah sebagai berikut.

Tabel 2. Base Shear

Arah	Base Shear (Kg)		Kontrol VT/V *100% > 85%
	Statis	Dinamis	
	V	VT	
X	43044,44	37935,94	88,13 % (OK)
Y	36600,92	36136,09	98.73 % (OK)

Kontrol Simpangan Antar Tingkat

Berdasarkan SNI 1726-2012 pasal 7.9.3, simpangan yang terjadi harus lebih kecil dari simpangan yang diijinkan. Hasil simpangan antar tingkat berdasarkan analisis program ETABS adalah sebagai berikut.

Tabel 3 : Kontrol Simpangan

ΔX					
Lt	H (mm)	Simpangan(mm)	Δ	Δ_a	Syarat ($\Delta < \Delta_a$)
5	4500	3.25	8.41	90	OK
4	4500	2.85	9.46	90	OK
3	4250	1.96	6.21	85	OK
2	4250	0.87	4.56	85	OK
1	4950	0.04	0.22	99	OK
ΔY					
Lt	H (mm)	Simpangan (mm)	Δ	Δ_a	Syarat ($\Delta < \Delta_a$)
5	4500	20.9	62.89	90	OK
4	4500	18.113	52.05	90	OK
3	4250	12.844	47.56	85	OK
2	4250	6.135	23.07	85	OK
1	4950	1.94	10.67	99	OK

Rekapitulasi Penulangan

Untuk penulangan geser kolom digunakan tulangan Ø12 dengan jarak :

¼ h dari joint : 100 mm

½ h dari joint : 150 mm

Tabel 4 : Penulangan Lentur Kolom

Lt.	Tipe	Tul Pakai
5	K3	16 D22
	K4-5	12 D22
4	K2	16 D22
	K4-5	12 D22
3	K2	16 D22
	K4-5	12 D22
2	K1	16 D22
	K4-5	12 D22
dasar	K1	16 D22
	K4-5	12 D22

Untuk penulangan geser balok digunakan tulangan Ø10 yang dipasang dengan jarak :

Di tumpuan : 100 mm

Di lapangan : 150 mm

Tabel 5 : Penulangan Lentur Balok

Lt	Nomor Balok	Tump mm	Lap mm
Lt. 2	B86	5D19	4D19
		4D19	4D19
	B673	3D19	2D19
		2D19	2D19
Sloof	B97	4D19	2D19
		2D19	2D19
	B33	2D19	2D19
		2D19	2D19

Tabel 5. Penulangan Lentur Balok (Lanjutan)

Lt	Nomor Balok	Tump	Lap
		mm	mm
Mezazine	B97	3D19	3D19
		3D19	3D19
	B119	2D19	2D19
		2D19	2D19
	B42	3D19	3D19
		3D19	3D19
	B201	4D19	4D19
		4D19	4D19
	B673	2D19	2D19
Lt. 5		2D19	2D19
	B97	4D19	3D19
		3D19	3D19
	B119	3D19	2D19
		2D19	2D19
	B42	7D19	4D19
		4D19	4D19
	B86	8D19	5D19
		5D19	5D19
Lt. 4	B673	3D19	2D19
		3D19	3D19
	B97	5D19	3D19
		3D19	3D19
	B119	3D19	2D19
		2D19	2D19
	B42	7D19	4D19
		4D19	4D19
	B86	10D19	5D19
Lt. 3		5D19	5D19
	B673	3D19	2D19
		2D19	2D19
	B97	5D19	3D19
		3D19	3D19
	B119	3D19	2D19
		2D19	2D19
	B42	7D19	4D19
		4D19	4D19
Lt. 2	B86	10D19	5D19
		5D19	5D19
	B673	4D19	2D19
		2D19	2D19
	B97	3D19	3D19
		3D19	3D19
	B119	2D19	2D19
		2D19	2D19
	B42	5D19	3D19
Lt. 2		3D19	3D19

Tabel 6 : Penulangan Pelat

Lantai	Pelat	Tul Pakai
		mm
Lift	F169	D10 - 200
		D10 - 200
		D10 - 200
		D10 - 200
	F187	D10 - 200
		D10 - 200
		D10 - 200
		D10 - 200
		D10 - 200

Tabel 6. Penulangan Pelat (Lanjutan)

Lantai	Pelat	Tul Pakai
		mm
Lt. Dasar	F15	D10 - 200
		D10 - 200
		D10 - 200
		D10 - 200
Lt. 2	F15	D12 - 200
		D12 - 200
		D12 - 200
		D12 - 200
Lt. 3	F15	D12 - 150
		D12 - 150
		D12 - 150
		D12 - 150
Lt. 4	F15	D12 - 150
		D12 - 150
		D12 - 150
		D12 - 150
Lt. 5	F109	D14 - 100
		D14 - 100
		D14 - 100
		D14 - 100
Mezazine	F68	D10 - 200
		D10 - 200
		D10 - 200
		D10 - 200

Tabel 7 : Penulangan Pondasi

Pondasi		Tul Pakai
P1	Pilecap	D22 – 150
	Lentur	12 D22
	Geser	Ø10 - 150
P2	Pilecap	D22 – 150
	Lentur	12 D22
	Geser	Ø10 - 150

PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, penulis dapat mengambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

- Dimensi kolom yang digunakan :
 - Kolom lantai dasar s/d lantai 2 = 600 x 600 mm
 - Kolom lantai 3 s/d lantai 4 = 550 x 550 mm
 - Kolom lantai 5 = 500 x 500 mm
- Dimensi balok yang digunakan :
 - B1 = 400 x 800 mm
 - B2 = 400 x 600 mm
 - B3 = 300 x 500 mm
 - B4 = 200 x 300 mm
- Dimensi slab yang digunakan:
 - S1 = 140 mm
 - S2 = 120 mm
- Persyaratan “Strong Column Weak Beam” SRPMK telah terpenuhi yaitu:

- a. Tulangan tekan komponen balok dengan dimensi yang ada telah mengalami kelelahan.
 - b. Kondisi balok dan kolom telah memenuhi kondisi $\Sigma M_{nc} > 1,2 \Sigma M_{nb}$, dimana kondisi ini menyatakan kuat lentur nominal kolom lebih besar dari jumlah kuat lentur nominal balok
5. Komponen balok dan kolom dengan penulangan yang ada mampu menahan gaya geser yang terjadi akibat gempa dengan terpenuhinya syarat-syarat desain kapasitas geser dimana kapasitas geser nominal (V_n) lebih besar dari gaya yang bekerja pada balok dan kolom (V_u)
6. Dimensi komponen struktur tiap lantai sudah memenuhi kriteria desain beton bertulang.

Saran

Berdasarkan hasil penelitian, penulis dapat memberikan saran yaitu: Dalam merencanakan suatu struktur tahan gempa, harus dilakukan pengecekan terhadap syarat-syarat bangunan tahan gempa secara ketat agar tidak terjadi keruntuhan atau kecelakaan fatal baik selama pembangunan maupun setelah bangunan berdiri.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 1989. *Tata Cara Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung*, SNI 03-1727-1989. Jakarta, Standar Nasional Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional. 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*, SNI 1726:2012. Jakarta, Standar Nasional Indonesia.
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. *Tata Cara Perencanaan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*, SNI 2847:2013. Jakarta, Standar Nasional Indonesia.
- Tavio, Benny Kusuma Tavio, 2009, *Desain Sistem Rangka Pemikul Momen dan Dinding Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa*, Surabaya, ITS Press.
- Purnomo, Edy. 2014. *Analisis Kinerja Struktur Pada Gedung Bertingkat dengan Analisis Dinamik Respon Spektrum Menggunakan Software ETABS (Studi Kasus : Bangunan Hotel di Semarang)*, Univesitas Sebelas Maret.
- Indarto, Himawan. Hanggoro Tri Cahyo A. Kukuh C. Adi Putra. 2013. *Aplikasi SNI Gempa 1726-2012*
- Moehle. Jack P Hooper. John D Lubke. Chris D. 2008. *Seismic Design of Reinforced Concrete: Special Moment Frame*. NEHRP Technical Brief no. 1. NIST GCR 8-917-1.
- Karisoh, P. H., Dapas, S. O., Pandaleke R. E., 2018. *Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus*. Jurnal Sipil Statik Vol 6. No. 6. Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Riza, M. 2010. *Aplikasi Perencanaan Struktur Gedung dengan ETABS*. Jakarta, ARS GROUP.
- Setiawan, Agus. 2016. *Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847:2013*. Jakarta, Erlangga.

Halaman ini sengaja dikosongkan